

30 MAR 2005

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2005年3月10日 (10.03.2005)

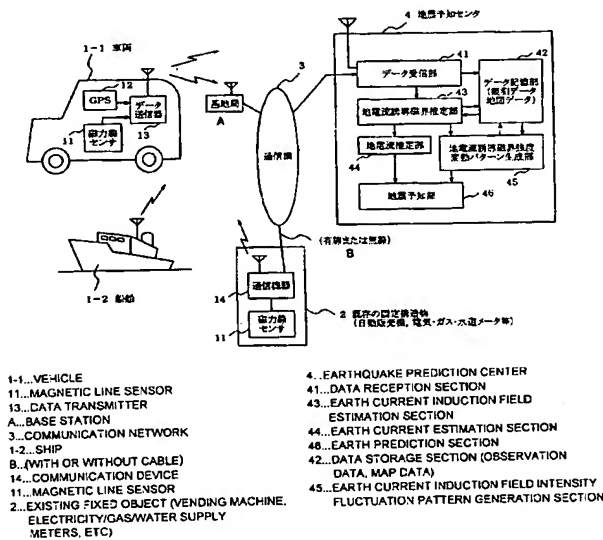
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/022198 A1

- (51) 国際特許分類: G01V 1/00 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 四方田 朋也 (YOMODA, Tomonari) [JP/JP]; 〒2228540 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目16番8号 NEC モバイルリング株式会社内 Kanagawa (JP). 吉田 敏夫 (YOSHIDA, Toshio) [JP/JP]; 〒2228540 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目16番8号 NEC モバイルリング株式会社内 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/011818
- (22) 国際出願日: 2004年8月18日 (18.08.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-302633 2003年8月27日 (27.08.2003) JP
- (74) 代理人: 宮崎 昭夫, 外 (MIYAZAKI, Teruo et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂1丁目9番20号 第16興和ビル8階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, [続葉有]
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): NEC モバイルリング株式会社 (NEC MOBILRING, LTD.) [JP/JP]; 〒2228540 神奈川県横浜市港北区新横浜三丁目16番8号 Kanagawa (JP).

(54) Title: EARTHQUAKE PREDICTION METHOD AND SYSTEM THEREOF

(54) 発明の名称: 地震予知方法およびそのシステム



(57) Abstract: A magnetic line sensor (11), a GPS position detector (12), and a data transmitter (13) are mounted on a vehicle (1-1) and a ship (1-2), which move in an observation range and transmit magnetic data and position data at each point to an earthquake prediction center (4). The earthquake prediction center (4) includes an earth current induction field estimation section (43) which estimates an earth current induction field according to the observation data received and collected. An earth current estimation section (44) estimates the earth current according to the estimation result of the earth current induction field. An earth current induction field intensity

[続葉有]



NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書・説明書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

fluctuation pattern generation section (45) generates a pattern indicating the fluctuation of the earth current induction field intensity as the time elapses. An earthquake prediction section (46) analyzes the distribution state of the earth current and the fluctuation pattern of the earth current induction field intensity and estimates an earthquake area, an earthquake intensity, and an earthquake generation moment.

(57) 要約: 車両1-1・船舶1-2は、磁力線センサ11およびGPS位置検出器12並びにデータ送信器13を搭載し、観測地域内を移動して各地点の磁界データおよび位置データを地震予知センタ4へ送信する。地震予知センタ4の地電流誘導磁界推定部43は、受信収集された観測データに基づき地電流誘導磁界を推定する。地電流推定部44は、地電流誘導磁界の推定結果に基づき地電流を推定する。地電流誘導磁界強度変動パターン生成部45は、地電流誘導磁界強度の経時変動を示すパターンを生成する。地震予知部46は、地電流の分布状態および地電流誘導磁界強度の変動パターンを分析して震源域、震度および地震発生時期を推定する。

## 明 細 書

### 地震予知方法およびそのシステム

#### 技術分野

- [0001] 本発明は地震予知方法およびそのシステムに関し、特に観測地域内の各地点の磁界を観測して地震予知を行う地震予知方法およびそのシステムに関する。

#### 背景技術

- [0002] 火山脈上に位置する日本列島は東海、東南海、南海はじめ全国各地で大規模な地震災害の発生が危惧されている。地震災害から国民の生命・財産を守るためには被災後の復旧システムとともに地震予知により適切な対策を講じることが必要であり、このためには、低コストでかつ精度の高い効果的な地震予知技術の確立が急務である。
- [0003] 昔から地震の前兆現象として「ナマズが暴れる」「ネズミが駆け回る」などの事例が数多く伝えられている。また、阪神淡路大震災(平成7年1月)の数日前から地元アマチュア無線家によって電波異常が観測されたり、いわゆる『地震雲』が多くの人々によって目撃されている。
- [0004] このような電波異常や地震雲の発生は、プレートの衝突によってピエゾ効果により発生する地電流が何らかの影響を及ぼしていると考えられている。
- [0005] また、永久磁石を糸で吊るしてその回動量を観測することにより、地震を予知することが開示されている(例えば、特開平11-258353号公報参照。)
- [0006] ところで、地電流の変化を観測して高精度の地震予知をするためには、観測地域の広範囲にわたり木目細かく多数の観測設備を設置しなければならない。例えば東海地区だけでも数百km四方をカバーする観測体制が必要になる。
- [0007] しかし、国・自治体とも財政難の昨今、多数の観測設備を設置することは大きな負担となり、また、観測体制の維持運用コスト面からも実現が困難であるという問題点を有している。

#### 発明の開示

- [0008] 本発明の目的は、観測地域内の多数の地点における磁界データを低コストかつ短

時間に収集して精度よく地震を予知できる地震予知方法およびそのシステムを提供することにある。

- [0009] 本発明の地震予知方法は、観測地域内の各地点の磁界を観測して地電流誘導磁界を推定すると共に地電流を推定し、前記観測地域内の地電流の状態および地電流の時間的変動を分析して震源域、地震発生時期および震度を推定することを特徴とする。
- [0010] また、観測された磁界から観測地点での磁界ノイズ成分を除去し、前記磁界ノイズ成分が除去された観測地点での磁界方位と真の北の方位とのずれ量を求め、前記磁界ノイズ成分が除去された観測磁界と真の北に補正された地磁気ベクトルとのベクトル差により前記地電流誘導磁界を推定することを特徴とする。
- [0011] 更に、前記推定された地電流誘導磁界を地図上にプロットし、地磁気に対して異常が認められる地図上のポイントを繋ぎ合わせると共に右ねじの法則により前記地電流を推定し、前記推定された地電流が集中する領域を前記震源域として推定することを特徴とする。
- [0012] また更に、特定の観測地点における地電流誘導磁界強度の過去のデータを集めて経時変動を示す地電流誘導磁界強度変動パターンを生成し、蓄積されている過去の地電流誘導磁界強度変動パターンと比較照合することにより、前記地震発生時期および震度を推定することを特徴とする。
- [0013] 本発明の地震予知システムは、磁力線の方位および強さを示す磁界データを出力する磁力線センサとGPS衛星の電波を受信して位置を示す位置データを出力するGPS位置検出器と前記データを送信するデータ送信器とを搭載した車両や船舶等の移動体と、前記移動体が観測地域内を移動して送信する各地点の前記データを収集して地震予知する地震予知センタとを備えている。
- [0014] また、前記地震予知センタは、通信網およびアンテナを介して前記移動体から送信されたデータを受信するデータ受信部と、このデータ受信部により受信されたデータや地図データ等の各種データを保持蓄積するデータ記憶部と、このデータ記憶部に保持蓄積されたデータおよび地図データに基づき地電流誘導磁界を推定する地電流誘導磁界推定部と、推定された前記地電流誘導磁界に基づき地電流を推定する

地電流推定部と、前記地電流誘導磁界強度の時間的推移を集計して変動パターンを生成する地電流誘導磁界強度変動パターン生成部と、推定された前記地電流および前記地電流誘導磁界強度の変動パターンを分析して震源域、震度および地震発生時期を推定する地震予知部とを有している。

- [0015] また、前記移動体がカーナビゲーションシステムを備えている場合は前記GPS位置検出器に代えて前記カーナビゲーションシステムの位置データを使用するようにしてもよい。
- [0016] また、前記磁力線センサおよび通信機器を観測地域内の予め選定した既存の固定構造物に取付け、前記通信機器は前記磁力線センサの出力する磁界データおよび設置位置を示す情報を既存の通信網を介して前記地震予知センタへ送信するようにしてもよい。
- [0017] 更に、前記磁力線センサおよびGPS位置検出器を携帯電話機等に組み込み、自らの通信機能を利用して観測データを前記地震予知センタへ送信するようにしてもよい。
- [0018] また更に、前記既存の固定構造物に加速度センサを具備させ、前記加速度センサが地震動を検知したときに磁界データを送信させるようにしてもよいし、あるいは、前記移動体や携帯電話機に加速度センサを具備させ、一定時間以上停止状態であることを前記加速度センサにより検出したときに磁界データを送信させるようにしてもよい。
- [0019] 本発明によれば、観測地域内を走行する車両や船舶等に磁力線センサ、GPS位置検出器およびデータ送信器を搭載し、地震予知センタにおいて観測地域内の各地点での磁界データを収集し、磁界データに基づき地電流誘導磁界および地電流を推定し分析することにより、観測機器を多数の地点に観測機器を設置しなくても、安価な設備コストで精度よく地震を予知できる。
- [0020] また、観測地域内の予め選定した既存の構造物に磁力線センサを設け既存の通信網を介して磁気データを地震予知センタへ送信させることにより、あるいは携帯電話機等に磁力線センサを設けて磁気データを地震予知センタへ送信させることにより、安価な設備コストで観測地域内の多数の地点の観測データを収集でき、精度よく

地震を予知できる。

- [0021] 更に、磁力線センサと共に加速度センサも取付けておき、加速度センサが地震動を検知したときに観測データを自動的に送信することにより、本震の前の前震発生時において磁界データを収集できるので、地震予知に有効な観測データを得ることができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0022] [図1]本発明の一実施形態を示すブロック図である。  
[0023] [図2]地震発生前における震源域近辺の地電流モデルを示す図である。  
[0024] [図3]図1に示した地震予知センタ4の地震予知動作を示す図である。  
[0025] [図4]地電流誘導磁界の推定を示す図である。  
[0026] [図5]地電流の推定例を示す図である。  
[0027] [図6]観測された地電流誘導磁界および地電流の一例を示す図である。  
[0028] [図7]観測された地電流誘導磁界および地電流の一例を示す図である。  
[0029] [図8]観測された地電流誘導磁界および地電流の一例を示す図である。  
[0030] [図9]地電流誘導磁界強度の変動パターンの一例を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

- [0031] 次に本発明について図面を参照して説明する。
- [0032] 図1は本発明の一実施形態を示すブロック図であり、陸上または海上を移動可能な車両や船舶等の移動体1や、観測地域内の予め選定した既存の固定構造物2を利用して、観測地域内の多数の地点での観測データを収集して震源域や発生時期等を推定する地震予知システムを示している。
- [0033] ここでは、磁力線センサ11およびGPS位置検出器12等を搭載して観測データを地震予知センタ4へ送信する移動体1と、磁力線センサ11および通信機器14が取付けられた既存の固定構造物2と、観測データを地震予知センタ4へ伝送する通信網3と、観測地域内の多数の地点での観測データに基づいて地震予知する地震予知センタ4とを備えている。
- [0034] 移動体1は、観測地域内を移動する車両1-1や船舶1-2であり、磁力線の方位および強さを示す磁界データを出力する磁力線センサ11、およびGPS衛星の電波を

受信して位置データを出力するGPS位置検出器12、並びに観測データを地震予知センタ4へ送信するデータ送信器13を搭載している。

- [0035] なお、移動体がカーナビゲーションシステムを搭載している場合は、カーナビゲーションシステムの位置データを利用できるので、GPS位置検出器12を削除することができる。
- [0036] また、観測データはリアルタイムで送信してもよいし、データ記憶機器を設けてそれに記録させるようにしてもよい。なお、観測データには、磁界データおよび位置データの他に観測時刻を示すデータが含まれることは言うまでもない。
- [0037] また、予め定めた観測位置や時刻になったときに自動的に観測データを送信するようにしておけば、人的負担を軽減できる。
- [0038] また、観測地域一帯をメッシュ走行して観測するようにすれば、効果的に観測データを取ることができる。メッシュ走行とは、携帯電話の電波調査などで頻繁に利用される走行方法であり、予め走行する地域の地図を用意して網目状に線を描き、その線に沿ってメッシュ状に走行することである。
- [0039] 既存の固定構造物2としては、例えば、各家庭や会社に設置されている電気・ガス・水道メーターや、道路に沿って設けられている自動販売機、電力・通信線用柱や交通信号用柱、およびバス停に設置されている運行表示機器、その他、携帯電話基地局やPHS基地局の局舎等が考えられる。
- [0040] そして、通信機器14は、有線または無線により磁力線センサ11の出力する磁界データを、設置位置を示す情報と共に地震予知センタ4へ送信する。
- [0041] この場合、リアルタイムで送信してもよいし、予め定めた観測時刻になったときに自動的に送信するようにしてよい。
- [0042] なお、既存の固定構造物2が、電力・通信線用柱や交通信号用柱および携帯電話基地局やPHS基地局の局舎等の場合、データ伝送路を容易に確保できる。また防災無線システムのような既存の無線通信手段を利用すれば、低コスト化をはかることができる。
- [0043] 電気・ガス・水道メーター等の場合、自動検針システムを利用して伝送してもよい。また、バス停に設置されている運行表示機器の場合、車両運行管理システムを利用

して伝送するようにしてもよい。更に、自動販売機の場合、磁界データと共に自動販売機の売上・在庫情報等を伝送するシステムを構築してもよい。

- [0044] 通信網3は、基地局を含む移動通信網や通信衛星を介する衛星通信網等の既設の通信網である。
- [0045] 地震予知センタ4は、通信網3およびアンテナを介して観測データを受信するデータ受信部41と、観測データや地図データ等の各種データを保持蓄積するデータ記憶部42と、データ記憶部42に保持蓄積された観測データや地図データに基づき地電流誘導磁界を推定する地電流誘導磁界推定部43と、地電流誘導磁界の推定結果に基づき地電流を推定する地電流推定部44と、地電流誘導磁界強度の時間的推移を集計して変動パターンを生成する地電流誘導磁界強度変動パターン生成部45と、地電流の推定結果および地電流誘導磁界強度の変動パターンを分析して震源域、震度および地震発生時期を推定する地震予知部46とを有している。
- [0046] 図2は、地震発生前における震源域近辺の地電流モデルを示す図である。
- [0047] ここでは、プレートAとプレートBとが互いぶつかり合う方向に移動して圧迫し合っている。プレートAとプレートBとの境界面の中の局所的に圧力の増大している箇所Cを震源域とする。
- [0048] この震源域Cでは、強大な圧迫力が集中し極めて高圧の状態であり、その圧力はプレートの動きによって次第に高くな<sup>う</sup>っていく。この状態のとき、震源域Cではピエゾ効果による電圧が発生し、岩盤内の電荷が震源域Cに流れ込むことが想定される。
- [0049] 岩盤内の電荷の流れ(地電流)は、岩盤中の導電性の良い箇所を辿って各方面から川のように流れ込むことが想定される。通常、震源域の大部分は地中にあるため、多くの電荷は地中を流れ、地表を流れるケースは少ないものと想定される。
- [0050] 震源域Cの岩盤が崩壊する直前では加速度的に地電流が増大し、岩盤崩壊と同時に圧力開放に伴いピエゾ電圧は消失して地電流も瞬時に消失するものと想定される。
- [0051] このように、地震の前兆現象として地電流が発生し変化するので、地電流の向きおよび強さをそれぞれ観測することにより、地震を予知することができる。
- [0052] ところで、地電流は地表を流れないので直接検出することは難しいが、地電流に起



因して地上に誘導磁界(地電流誘導磁界)が発生するので、地上の磁界の方位および強さを検出することにより地電流誘導磁界の方位および強さを推定できる。

- [0053] 地電流誘導磁界の観測方法として最も簡単な方法は、磁針の示す方位の観測である。磁針が地電流誘導磁界の影響を受けることにより、通常の地磁気による方位とは異なる方位を示すので、地磁気および地電流誘導磁界以外の磁界が存在しない環境であれば、最もコストがかからず簡単に観測できる。
- [0054] 第2の方法は、磁力線センサを使用することにより、磁針よりも高精度の観測が可能である。
- [0055] 第3の方法は、磁力線センサとGPS位置検出器とを組み合わせることにより、更に高精度化を図ることができる。
- [0056] また、磁針とGPS位置検出とを組み合わせることにより、地震予知に有効なデータが得られる。すなわち、磁針が示す北は真の北とは一致せず、しかも毎年少しずつズレていることはよく知られている。よって、GPS衛星によって真の北を求め、磁針が示す北との差異を常時観測することにより地震予知に有効なデータが得られる。
- [0057] ところで、地電流誘導磁界の観測データの精度を高めるためには、地電流以外の原因で発生する磁界ノイズ成分を観測データから除去しなければならない。
- [0058] 地電流以外の原因で発生する主な磁界ノイズとしては、次のようなものがある。
- (1) 電車の線路に近い観測地点における架線を流れる直流に起因して発生する磁界。この磁界の変化は、電車が近づくにつれて強くなり、離れるにつれて弱くなる短期的な微変動であるという特徴がある。
  - (2) 太陽活動に伴うゲリンジャー現象による地磁気擾乱。短期間に発生消滅する特徴がある。
  - (3) 地下の金属鉱脈により発生する磁界。常に一定レベルであるという特徴がある。
- [0059] このような地電流以外の原因で発生する磁界ノイズ成分を除去するには、一定の観測地点で一定期間磁界を観測し、その変動パターンの特徴を分析して磁界ノイズ成分を抽出することにより、ソフトウェアにより除去できる。
- [0060] 図3は地震予知センタ4の地震予知動作を示す図である。
- [0061] まず、地電流誘導磁界推定部43は、観測された磁界データから観測地点での磁

界ノイズ成分を除去した後(ステップ101)、図4に示したように、磁界ノイズ成分を除去した観測地点での磁界方位と真の北の方位とのずれ量を求め(ステップ102)、磁界ノイズ成分を除去した観測磁界N1と真の北に補正された地磁気ベクトルNとのベクトル差により地電流誘導磁界N2を推定する(ステップ103)。そして、図5に示すように地図上にプロットする(ステップ104)。

[0062] 次に地電流推定部44は、図5に示したように、地磁気に対して異常が認められる地図上のポイントを繋ぎ合わせると共に、右ねじの法則により地電流を推定する(ステップ105)。

[0063] 地電流誘導磁界強度変動パターン生成部45は、特定の観測地点における地電流誘導磁界強度の過去のデータを集めて経時変動を示す地電流誘導磁界強度変動パターンを生成する(ステップ106)。

[0064] 地震予知部46は、地電流誘導磁界強度変動パターンおよび地電流推定部44により推定された地電流の分布を分析し、地電流が集中する等の不自然な領域を探して震源域を推定する。また、生成された地電流誘導磁界強度変動パターンを過去の地電流誘導磁界強度変動パターンと比較照合することにより地震発生時期および震度を推定する(ステップ107)。

[0065] 例えば図6に示すように、地電流誘導磁界および地電流が観測地域の地図上にプロットされた場合、震源域は観測地域内の地電流が集中する箇所と推定され、観測領域の浅層直下でマグニチュード大の地震が推定できる。

[0066] また、図7に示すように、地電流誘導磁界および地電流が観測地域の地図上にプロットされた場合、震源域は観測地域外の近傍の浅層と推定できる。

[0067] また、図8に示すように、地電流誘導磁界および地電流が観測地域の地図上にプロットされた場合、震源域は観測領域外の遠方の浅層、または近傍の複数の浅層箇所と推定できる。

[0068] 図9は地電流誘導磁界強度の変動パターンの一例を示す図である。ここで、電流誘導磁界強度は相対値である。

[0069] 一般に震源域の岩盤が崩壊する直前の弾性限界点近傍では、ピエゾ電圧の急速な上昇に伴い地電流は急上昇する。そして、塑性変形直前のピエゾ電圧飽和に伴う

地電流の停滯が観測された後、岩盤崩壊と同時に圧力開放に伴いピエゾ電圧は消失して地電流も瞬時に消失する。

- [0070] また、地電流の時間的推移は、岩盤塑性とプレート同士の相対ベクトル速度によって一義的に特定され、観測地点から震源域までの距離に無関係であり、地電流誘導磁界は地電流に起因して発生するので、定点観測による地電流誘導磁界強度の時間的推移を観測すれば地電流の時間的推移を推定できる。
- [0071] この場合、特定の同一プレート境界面に発生する震源域周辺の過去の地電流誘導磁界強度変動パターンを蓄積しておけば、震源域の塑性変形(地震発生)直前迄の地電流誘導磁界強度変動パターンを抽出することが可能である。従って、観測中の推定震源域のプレートを特定できれば、過去の地電流誘導磁界強度変動パターンと比較照合することにより、岩盤塑性変形(地震発生)迄の推定時期および震度を推定できる。
- [0072] また、地電流誘導磁界強度の変動を示す曲線関数の遷移ポイントを設定し、岩盤の弾性限界点近傍での地電流誘導磁界強度に基づき岩盤塑性変形(地震発生)迄の時間を推定できる。また、地電流誘導磁界強度が到達する最大値を推定し、この最大値に応じて等価的に震度を推定できる。
- [0073] 以上の説明では、車両や船舶や既存の固定構造物に磁力線センサを設け、観測地域内の各地点の磁界データを収集するようにしているが、他の実施例として、携帯電話機や携帯端末等に磁力線センサおよびGPS位置検出器を組込んでおき、自らの通信機能を利用して観測データを送信させるようにしてもよい。この場合、定期的に自動的に観測データを送信するようにし、且つ通信料金を無料にすれば、ユーザに負担をかけずに広範囲の多くの地点の観測データを収集できる。
- [0074] また、既存の固定構造物に磁力線センサと共に加速度センサを取付け、加速度センサが地震動を検知したときに、観測データを自動的に送信するようにしておけば、本震の前の前震発生時において磁界データを収集できるので、地震予知に有効なデータを得ることが可能となる。
- [0075] 更に、車両や船舶等の移動体、および携帯電話機や携帯端末等にも磁力線センサと共に加速度センサを組み込み、一定時間以上停止状態であることを加速度センサ

により検出したときに、観測データを自動的に送信するようにしておいてもよい。

[0076] 上述したように、観測地域内の多数の地点での磁界データを収集し、地電流誘導磁界を推定すると共に、推定した地電流誘導磁界に基づき地電流を推定し、これら推定結果を分析することにより、精度よく地震を予知することが可能である。

## 請求の範囲

- [1] 観測地域内の各地点の磁界を観測して地電流誘導磁界を推定すると共に地電流を推定し、前記観測地域内の地電流の状態および地電流の時間的変動を分析して震源域、地震発生時期および震度を推定することを特徴とする地震予知方法。
- [2] 観測された磁界から観測地点での磁界ノイズ成分を除去し、前記磁界ノイズ成分が除去された観測地点での磁界方位と真の北の方位とのずれ量を求め、前記磁界ノイズ成分が除去された観測磁界と真の北に補正された地磁気ベクトルとのベクトル差により前記地電流誘導磁界を推定することを特徴とする請求項1記載の地震予知方法。
- [3] 前記推定された地電流誘導磁界を地図上にプロットし、地磁気に対して異常が認められる地図上のポイントを繋ぎ合わせると共に右ねじの法則により前記地電流を推定することを特徴とする請求項1または2記載の地震予知方法。
- [4] 前記推定された地電流が集中する領域を前記震源域として推定することを特徴とする請求項1、2または3記載の地震予知方法。
- [5] 特定の観測地点における地電流誘導磁界強度の過去のデータを集めて経時変動を示す地電流誘導磁界強度変動パターンを生成し、蓄積されている過去の地電流誘導磁界強度変動パターンと比較照合することにより、前記地震発生時期および震度を推定することを特徴とする請求項1または2記載の地震予知方法。
- [6] 磁力線の方位および強さを示す磁界データを出力する磁力線センサとGPS衛星の電波を受信して位置を示す位置データを出力するGPS位置検出器と前記データを送信するデータ送信器とを搭載した車両や船舶等の移動体と、前記移動体が観測地域内を移動して送信する各地点の前記データを収集して地震予知する地震予知センサとを備えていることを特徴とする地震予知システム。
- [7] 前記地震予知センサは、通信網およびアンテナを介して前記移動体から送信されたデータを受信するデータ受信部と、このデータ受信部により受信されたデータや地図データ等の各種データを保持蓄積するデータ記憶部と、このデータ記憶部に保持蓄積されたデータおよび地図データに基づき地電流誘導磁界を推定する地電流誘導磁界推定部と、推定された前記地電流誘導磁界に基づき地電流を推定する地電流

推定部と、前記地電流誘導磁界強度の時間的推移を集計して変動パターンを生成する地電流誘導磁界強度変動パターン生成部と、推定された前記地電流および前記地電流誘導磁界強度の変動パターンを分析して震源域、震度および地震発生時期を推定する地震予知部とを有していることを特徴とする請求項6記載の地震予知システム。

- [8] 前記移動体がカーナビゲーションシステムを備えている場合は前記GPS位置検出器に代えて前記カーナビゲーションシステムの位置データを使用することを特徴とする請求項6記載の地震予知システム。
- [9] 前記磁力線センサおよび通信機器を観測地域内の予め選定した既存の固定構造物に取付け、前記通信機器は前記磁力線センサの出力する磁界データおよび設置位置を示す情報を既存の通信網を介して前記地震予知センタへ送信することを特徴とする請求項6記載の地震予知システム。
- [10] 前記磁力線センサおよびGPS位置検出器を携帯電話機等に組み込み、自らの通信機能を利用して観測データを前記地震予知センタへ送信することを特徴とする請求項6記載の地震予知システム。
- [11] 加速度センサを具備し、この加速度センサが地震動を検知したときに、前記磁界データを送信することを特徴とする請求項9記載の地震予知システム。
- [12] 加速度センサを具備し、一定時間以上停止状態であることを前記加速度センサにより検出したときに、前記磁界データを送信することを特徴とする請求項6または10記載の地震予知システム。

[2005年1月19日(19.01.2005)国際事務局受理 : 出願当初の請求の範囲1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12は補正された;新しい請求の範囲13, 14, 15が加えられた;他の請求の範囲は変更なし。(3頁)]

1. (補正後) 観測地域内で観測した磁界の観測磁界ベクトルと地磁気ベクトルとのベクトル差により地電流誘導磁界ベクトルおよび地電流を推定し、前記観測地域内の地電流の状態および地電流の時間的変動を過去の地電流の状態及び地電流の時間的変動パターンと照合して震源域、地震発生時期および震度を推定することを特徴とする地震予知方法。

2. (補正後) 観測された磁界から観測地点での磁界ノイズ成分を除去し、前記磁界ノイズ成分が除去された観測地点での磁界方位と真の北の方位とのずれ量を求め、前記磁界ノイズ成分が除去された観測磁界ベクトルと真の北に補正された地磁気ベクトルとのベクトル差により前記地電流誘導磁界ベクトルを推定することを特徴とする請求項1記載の地震予知方法。

3. (補正後) 前記推定された地電流誘導磁界ベクトルを地図上にプロットし、地磁気に対して異常が認められる地図上のポイントを繋ぎ合わせると共にアンペールの右ねじの法則により前記地電流を推定することを特徴とする請求項2記載の地震予知方法。

4. (補正後) 前記推定された地電流を観測地域の地図上にプロットし、前記推定された地電流が集中する領域を前記震源域として推定することを特徴とする請求項1記載の地震予知方法。

5. (補正後) 請求項4で推定された前記震源域における地電流誘導磁界強度の過去のデータを集めて経時変動を示す地電流誘導磁界強度変動パターンを生成し、蓄積されている過去の地電流誘導磁界強度変動パターンと比較照合することにより、前記地震発生時期および震度を推定することを特徴とする請求項1記載の地震予知方法。

6. (補正後) 請求項1記載の地震予知方法を使用する地震予知システムであって、

磁力線の方位および強さを示す磁界データを出力する磁力線センサとGPS衛星の電波を受信して位置を示す位置データを出力するGPS位置検出器と前記データを送信するデータ送信器とを搭載した車両や船舶等の移動体または携帯電話

機と、前記移動体または前記携帯電話機が観測地域内を移動して送信する各地点の前記データを収集して地震予知する地震予知センタとを備えていることを特徴とする地震予知システム。

7. (補正後) 前記地震予知センタは、通信網およびアンテナを介して前記移動体または前記携帯電話機から送信されたデータを受信するデータ受信部と、このデータ受信部により受信されたデータや地図データ等の各種データを保持蓄積するデータ記憶部と、このデータ記憶部に保持蓄積されたデータおよび地図データに基づき地電流誘導磁界を推定する地電流誘導磁界推定部と、推定された前記地電流誘導磁界に基づき地電流を推定する地電流推定部と、前記地電流誘導磁界強度の時間的推移を集計して変動パターンを生成する地電流誘導磁界強度変動パターン生成部と、推定された前記地電流および前記地電流誘導磁界強度の変動パターンを分析して震源域、震度および地震発生時期を推定する地震予知部とを有していることを特徴とする請求項6記載の地震予知システム。

8. 前記移動体がカーナビゲーションシステムを備えている場合は前記GPS位置検出器に代えて前記カーナビゲーションシステムの位置データを使用することを特徴とする請求項6記載の地震予知システム。

9. 前記磁力線センサおよび通信機器を観測地域内の予め選定した既存の固定構造物に取付け、前記通信機器は前記磁力線センサの出力する磁界データおよび設置位置を示す情報を既存の通信網を介して前記地震予知センタへ送信することを特徴とする請求項6記載の地震予知システム。

10. 前記磁力線センサおよびGPS位置検出器を携帯電話機等に組み込み、自らの通信機能を利用して観測データを前記地震予知センタへ送信することを特徴とする請求項6記載の地震予知システム。

11. 加速度センサを具備し、この加速度センサが地震動を検知したときに、前記磁界データを送信することを特徴とする請求項9記載の地震予知システム。

12. (補正後) 加速度センサを具備し、一定時間以上停止状態であることを前記加速度センサにより検出したときに、前記磁界データを送信することを特徴とする請求項6記載の地震予知システム。

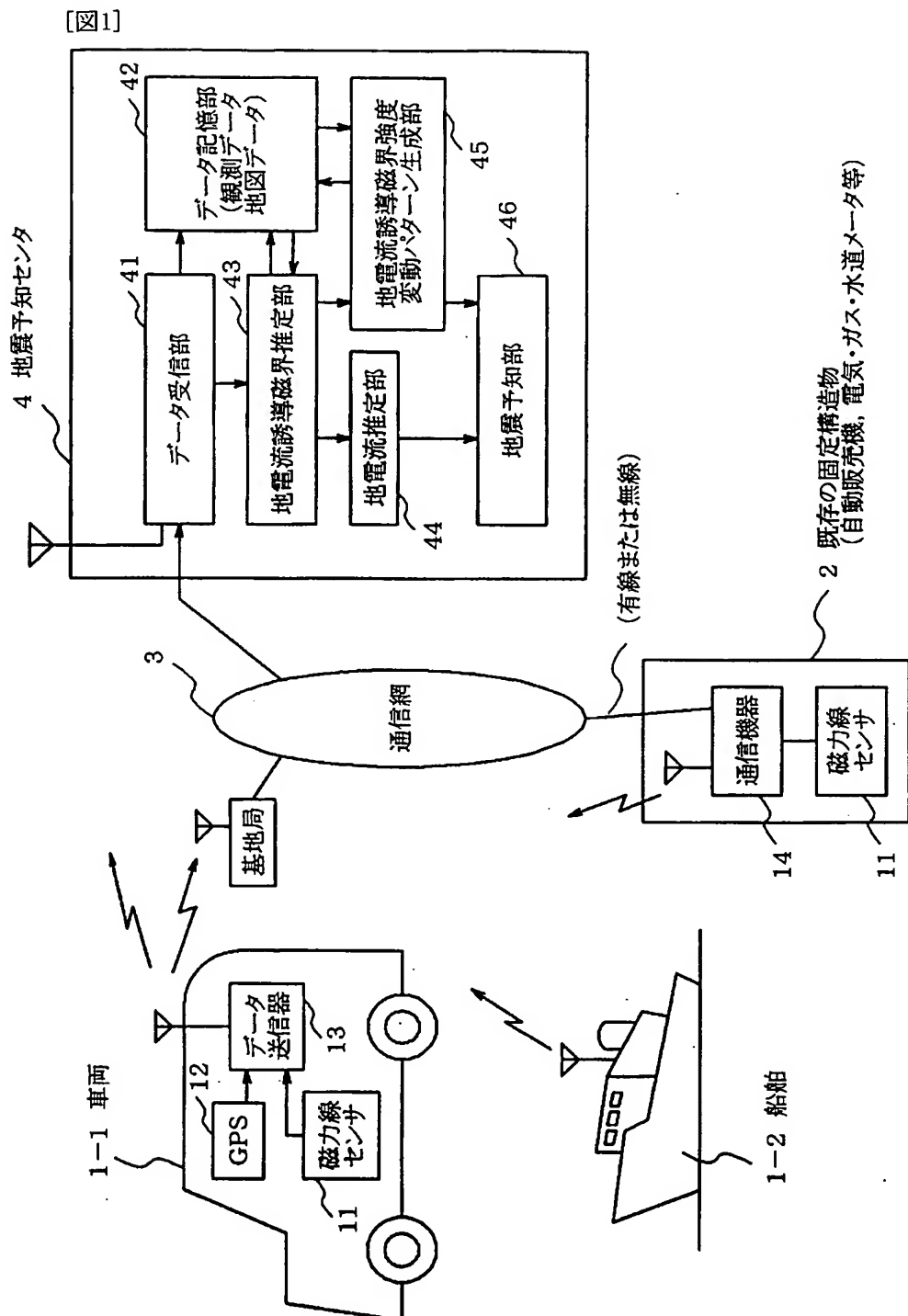
13. (追加) 前記磁界ノイズ成分は、一定の観測地点で一定期間観測した磁界



変化であり、その変動パターンの特徴を分析して磁界ノイズ成分を抽出することにより、除去することを特徴とする請求項 2 記載の地震予知方法。

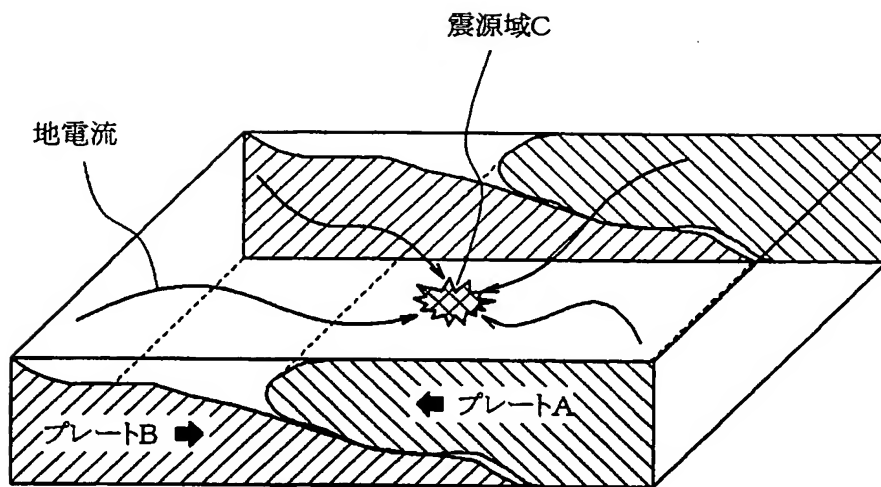
1 4. (追加) 複数の地点の前記推定された地電流誘導磁界ベクトルからアンペールの右ねじの法則により前記地電流を推定することを特徴とする請求項 2 記載の地震予知方法。

1 5. (追加) ループを形成する複数の地点の前記推定された地電流誘導磁界ベクトルからアンペールの右ねじの法則により前記地電流を推定することを特徴とする請求項 1 4 記載の地震予知方法。

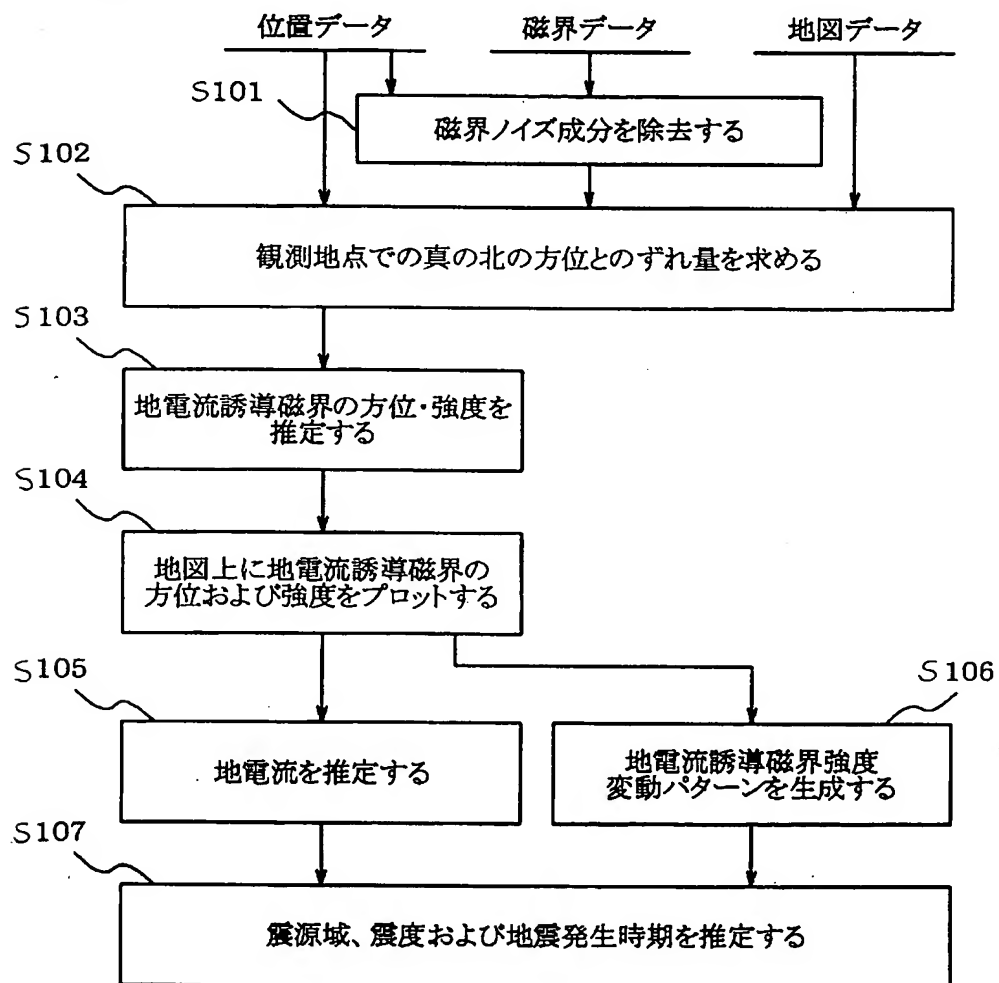


2 既存の固定構造物  
(自動販売機、電気・ガス・水道メータ等)

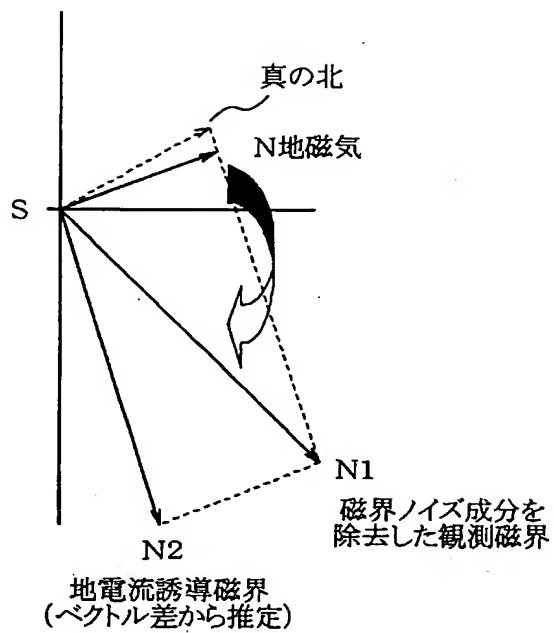
[図2]



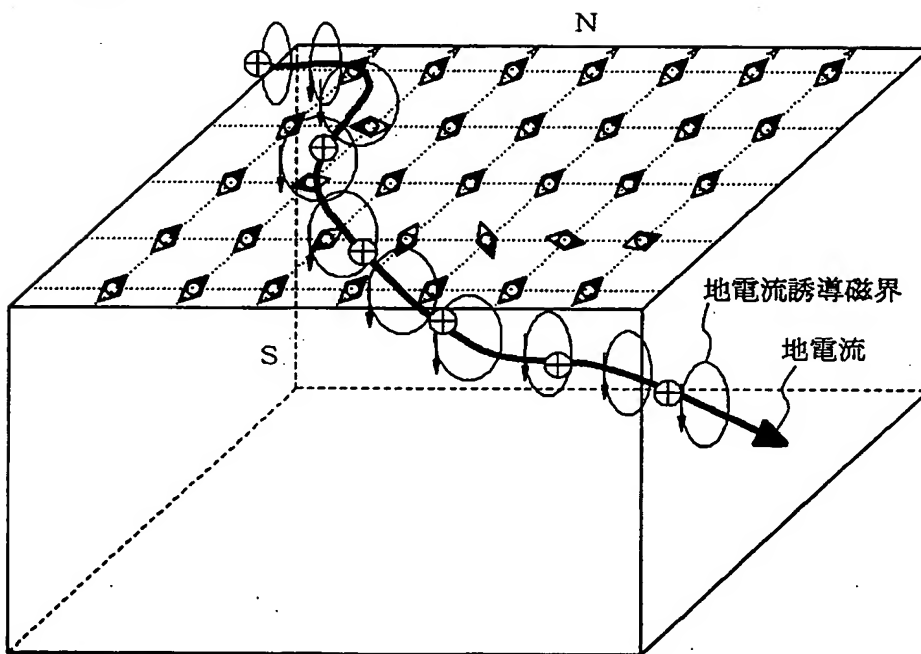
[図3]



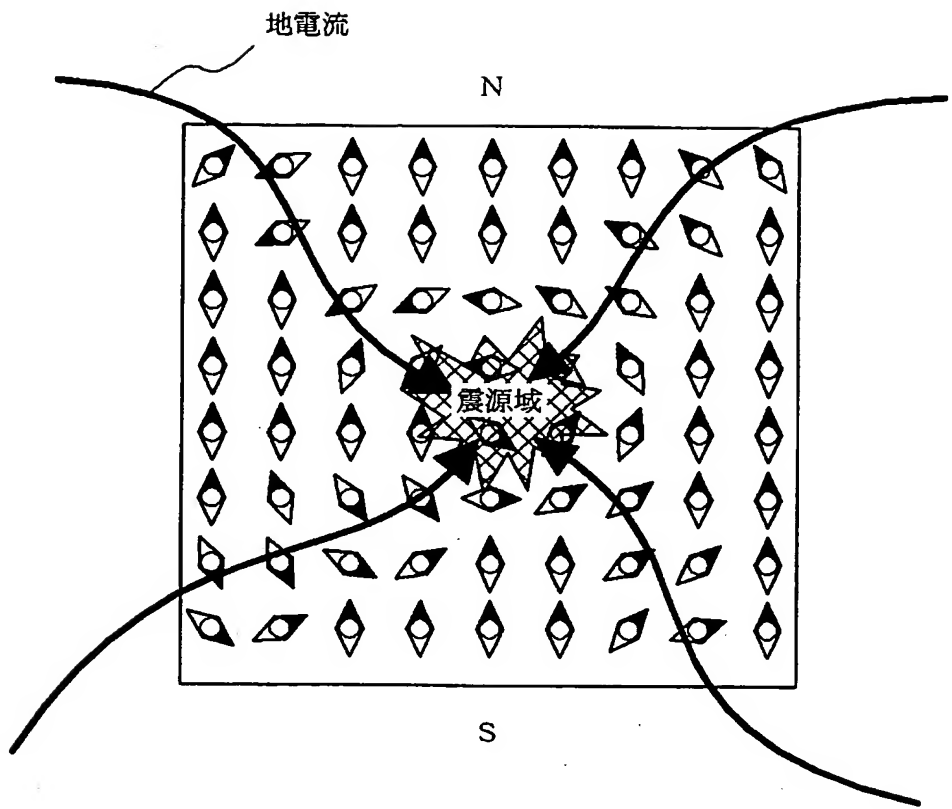
[図4]



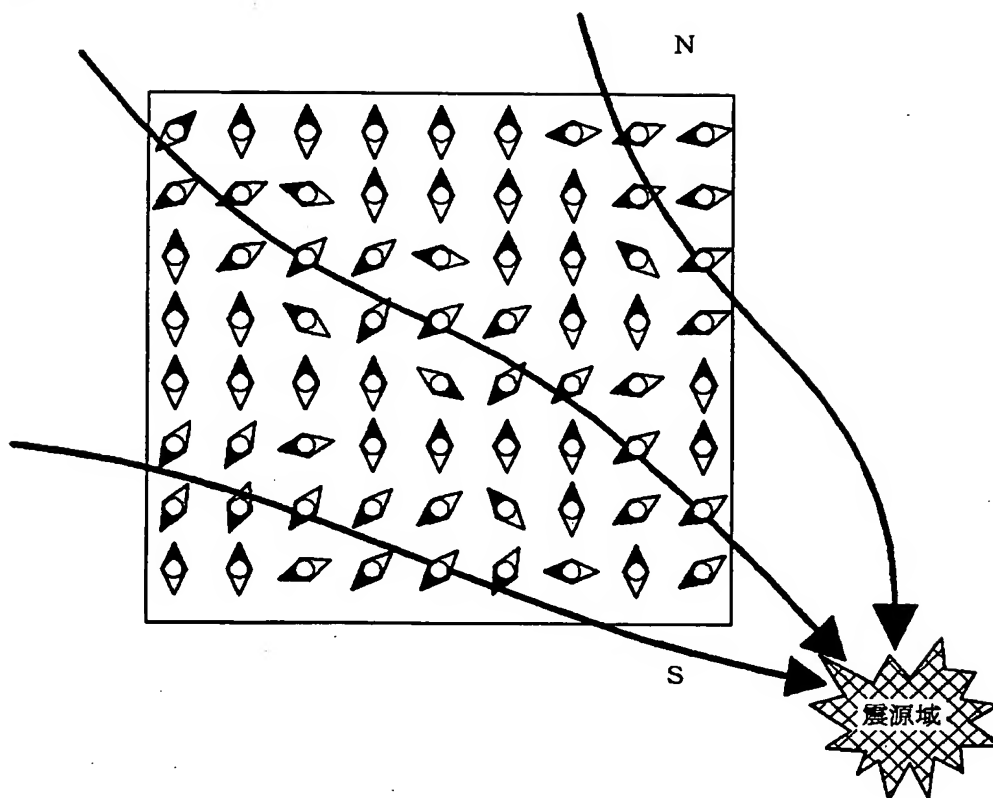
[図5]



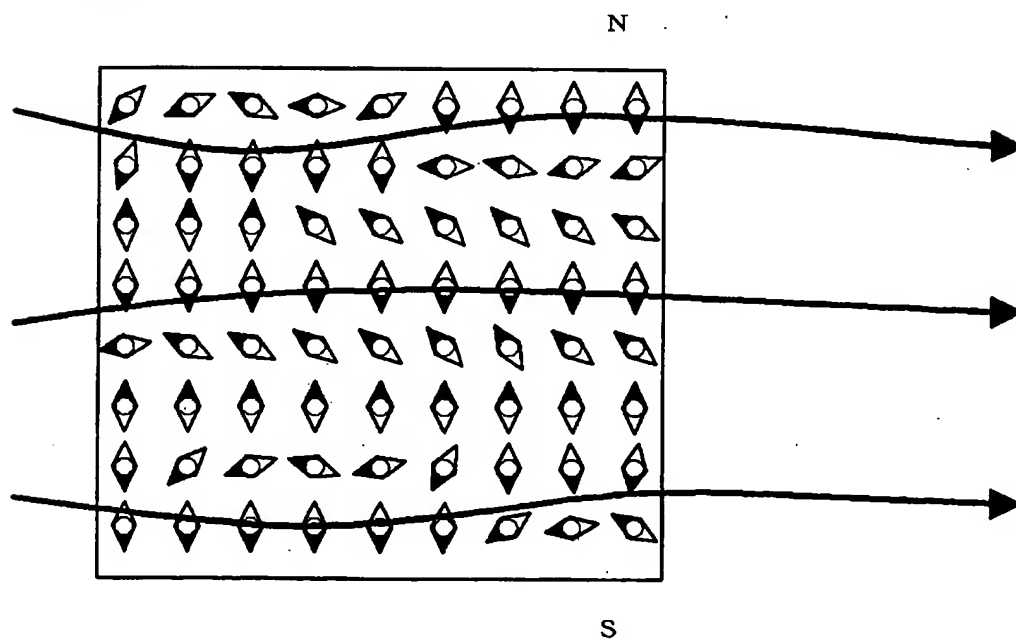
[図6]



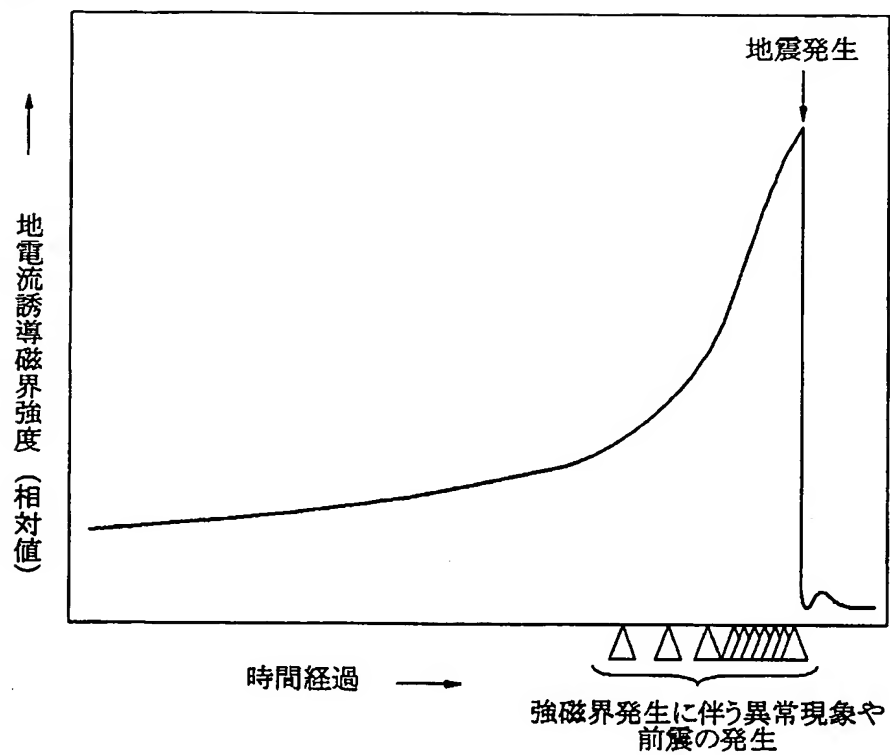
[図7]



[図8]



[図9]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011818

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G01V1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> G01V1/00, 3/08Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
JICST FILE (JOIS)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 1-094286 A (Yusei-Sho Tsushin Sogo Kenkyusho), 12 April, 1989 (12.04.89), & US 4904943 A	1, 4, 5
Y	Takeshi NAKAYAMA, "Atotsugawa Dansojo (Amao Miyagawa) ni Okeru Denjikitteki Tokusei (Joho), Kyoto Daigaku Bosai Kenkyusho Nenpo, 1987, No.30 B-1, pages 47 to 55	1, 5, 7
Y	JP 9-26478 A (Harunari Kuratomi), 28 January, 1997 (28.01.97), (Family: none)	4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
08 November, 2004 (08.11.04)Date of mailing of the international search report  
22 November, 2004 (22.11.04)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/011818

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2003-215259 A (Yamaha Corp.), 30 July, 2003 (30.07.03), Par. Nos. [0005] to [0006] (Family: none)	6, 10 7-9, 11
Y	JP 10-319128 A (Nippon Nessui Kaihatsu Kabushiki Kaisha), 04 December, 1998 (04.12.98), (Family: none)	8
Y	JP 2003-043153 A (NEC Engineering Kabushiki Kaisha), 13 February, 2003 (13.02.03), (Family: none)	9
Y	JP 2003-042834 A (Naigai Gomu Kabushiki Kaisha), 13 February, 2003 (13.02.03), (Family: none)	11

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP2004/011818

## Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The matter common to the inventions of claims 1, 6 relates to prediction of an earthquake by observing a magnetic field. However, the prediction of an earthquake by observing a magnetic field is not novel since it is disclosed in JP 2002-267762 A and JP 9-105781 A.

As a result the earthquake prediction by observing a magnetic field makes no contribution over the prior art and this common matter cannot be a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

Accordingly, there exists no matter common to the inventions of claims 1 and 6.

(See extra sheet)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

### Remark on Protest

- ☒ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2004/011818

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Since there exists no other common feature which can be considered as a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, no technical relationship within the meaning of PCT Rule 13 between the different inventions can be seen.

Consequently, it is obvious that the inventions of claims 1-12 do not satisfy the requirement of unity of invention.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01V1/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G01V1/00, 3/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICSTファイル (JOIS)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 1-094286 A (郵政省通信総合研究所) 12.04. 1989 & US 4904943 A	1, 4, 5
Y	中山武, 跡津川断層上 (天生・宮川) における電磁気的特性 (序 報), 京都大学防災研究所年報, 1987, 第30号B-1, p. 47-55	1, 5, 7
Y	J P 9-26478 A (倉富春成) 28.01.1997, (フ ァミリーなし)	4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08.11.2004

国際調査報告の発送日

22.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

本郷 徹

2 J

3409

電話番号 03-3581-1101 内線 3251

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	JP2003-215259 A (ヤマハ株式会社) 30. 07. 2003, 【0005】 - 【0006】, (ファミリーなし)	6, 10 7~9, 11
Y	JP10-319128 A (日本熱水開発株式会社) 4. 12. 1998, (ファミリーなし)	8
Y	JP2003-043153 A (日本電気エンジニアリング株式 会社) 13. 02. 2003, (ファミリーなし)	9
Y	JP2003-042834 A (内外ゴム株式会社) 13. 0 2. 2003, (ファミリーなし)	11

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項(PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査することを要しない対象に係るものである。  
つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1, 6に係る発明に共通する事項は、磁界を観測し地震予知を行うことである。しかし、磁界を観測し地震予知を行うことは文献「特開2002-267762号公報」および「特開平9-105781号公報」に記載されているとおり周知である。

結果として、磁界を観測し地震予知を行うことは先行技術の域をでないから、PCT規則1.3.2の第2文の意味において、この共通事項は特別な技術的特徴ではない。

それ故、請求の範囲1, 6に係る発明に共通の事項はない。

PCT規則1.3.2の第2文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通の事項は存在しないので、それらの相違する発明の間にPCT規則1.3の意味における技術的な関連を見いだすことはできない。

よって、請求の範囲1-12に係る発明は発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。  
☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。